

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-154338

(43)Date of publication of application : 16.06.1995

(51)Int.Cl. H04B 10/17
H04B 10/16
G02F 1/35
H01S 3/07
H01S 3/10
H04B 10/02
H04B 10/18

(21)Application number : 05-274492

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 02.11.1993

(72)Inventor : NAKAZATO KOJI

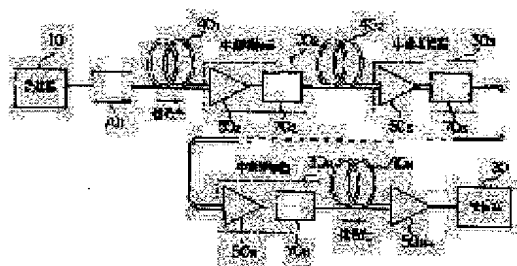
NISHIMURA MASAYUKI

(54) OPTICAL COMMUNICATION PATH

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the optical communication path for satisfactorily holding transmission characteristics by performing adjustment so that the amplified peak wavelength of a repeating amplifier can be matched with the transmission wavelength of changed signal light after an optical transmission line is laid and an optical communication system is operated.

CONSTITUTION: In this optical communication path, transmission optical fibers 401-40N laid between a transmitter 10 and a receiver 20 are connected over N steps by repeating amplifiers 302-30N. At the repeating amplifier 30M, a variable optical attenuator 70M is connected to the output terminal of an optical fiber amplifier 50M. The attenuation amount of signal light at this variable optical attenuator 70M adjusts the repetition loss of signal light together with the loss amount of signal light at the transmission optical fiber 40M in the following step, and the amplified peak wavelength of a repeating amplifier 30M+1 in the following step is set so as to



be matched with the transmission wavelength of signal light. Therefore, the signal light is amplified by the repeating amplifier 30M+1 in the following step into a certain state so as to sufficiently discriminate a signal component corresponding to a noise component. Since this repeating amplification is executed over a lot of steps, the signal light is amplified with satisfactory noise characteristics.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3129368

[Date of registration] 17.11.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開

特開平7-

(43) 公開日 平成7年(

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	片内整理番号	P I	
H 0 4 B 10/17				
10/16				
G 0 2 P 1/35		9316-2K		
		9372-5K	H 0 4 B 9/ 00	J
		9372-5K		M
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁) J				

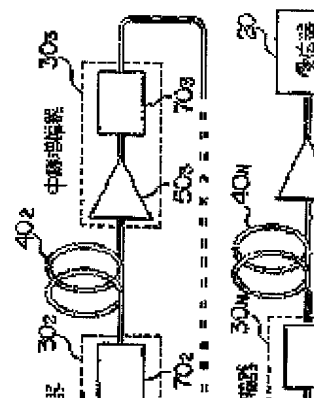
(21) 出願番号	特願平5-274492	(71) 出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁1
(22) 出願日	平成5年(1993)11月2日	(72) 発明者	中里 浩二 神奈川県横浜市長谷町1-1 住友電気工業株式会社横浜製作所内
		(72) 発明者	西村 正幸 神奈川県横浜市長谷町1-1 住友電気工業株式会社横浜製作所内
		(74) 代理人	弁理士 長谷川 芳樹 (外)

(54) 【発明の名称】 光通信路

(57) 【要約】

【目的】 光伝送路を敷設して光通信システムが稼働した後、変更された信号光の伝送波長に中継増幅器の増幅ピーク波長が一致するように調整することが可能であり、その伝送特性が良好に保持される光通信路を提供する。

【構成】 この光通信路では、送信器10と受信器20との間に敷設した伝送光ファイバ40₁～40_Nを、中継増幅器30₁～30_NがN段に接続している。中継増幅器30₁では、光ファイバ増幅器50₁の出力端に可



(2)

特開平 7 -

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 中継増幅器を介して複数の光伝送路を多段接続した光通信路において、

前記中継増幅器は、

前段の前記光伝送路から入力した信号光を増幅する光ファイバ増幅器と、

減衰量を調整する減衰量可変手段を有し、前記光ファイバ増幅器から入力した前記信号光を減衰して後段の前記光伝送路に出力する可変光減衰器とを備え、

この可変減衰器の減衰量は、後段の前記中継増幅器の増幅ピーク波長が伝送すべき信号光波長と一致する値に調整されていることを特徴とする光通信路。

【請求項 2】 中継増幅器を介して複数の光伝送路を多段接続した光通信路において、

前記中継増幅器は、

減衰量を調整する減衰量可変手段を有し、前段の前記光伝送路から入力した信号光を減衰する可変光減衰器と、

この可変光減衰器から入力した前記信号光を増幅する光ファイバ増幅器とを備え、

前記可変減衰器の減衰量は、前記光ファイバ増幅器の増幅ピーク波長が伝送すべき信号光波長と一致する値に調整されていることを特徴とする光通信路。

【請求項 3】 前記減衰量可変手段は、前記信号光に対する傾斜角度により前記減衰量を調整する光フィルタを有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の光通信路。

【請求項 4】 前記光ファイバ増幅器は、活性物質として添加した Er の誘導放出により前記信号光を増幅する光ファイバを有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の光通信路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光通信システムにおいて、中継増幅器を介して複数の光伝送路を多段に接続した光通信路に関し、より詳細には、中継増幅器の増幅ピーク波長が信号光の伝送波長に一致するように調整され、良好な伝送特性を有する光通信路に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、光通信システムの長距離伝送に伴い、光ファイバ等の光伝送路における光損失を補償す

活性物質を励起する励起光のパワーが比較されるので、活性物質における反転分する。そのため、増幅用光ファイバの増幅光の出力パワーに対して比較的低い値で

【0004】なお、このような先行技術文献"Societe des Electriciens et des E E), 2nd International Conference on Oceanic Telecommunication Systems, St. n <1>, pp.168-169, 1993", "United States 87610"などに詳細に記載されている。

【0005】そして、この中継増幅器で増幅される際、信号光の伝送波長で光強度の信号成分に、比較的広い波長幅に分布付加される。ここで、伝送波長が中継増幅ピーク波長にはほぼ一致した値を有するとき、信号成分よりも大きい増幅率で増幅されている成分と雑音成分を弁別することが容易であり、波長が増幅ピーク波長より大きく隔たるとき、増幅ピーク波長の雑音成分が信号成分の増幅率で増幅されているので、信号成分もれてしまい、二つの成分を弁別することが、

【0006】したがって、このような中で複数の光伝送路を多段に接続し、信号光の光通信路では、決定された信号光の伝送波長が中継増幅器の増幅ピーク波長に一致する、

【0007】

【発明が解決しようとする課題】一般に、増幅ピーク波長は、前段の中継増幅器と異なる信号光の中継損失に対応して決定する関係が周知である。

【0008】図 5 に、中継増幅器における、ファイバの材料組成が異なる場合の、中継増幅波長との関係を示す。コアに共添加した、それぞれ 3 wt%, 0.4 wt%, 0.05 wt% である 4 種類の増幅用光ファイバに、損失が増大するにつれて増幅ピーク波長が図 6 に、中継増幅器における増幅用光ファイバが異なる場合の、中継損失と増幅ピ

(3)

特開平 7 -

3

4

【0010】しかしながら、増幅用光ファイバのファイバ長が過大に長くなると、雑音指数が増大するなどの雑音特性の劣化が起こる。また、増幅用光ファイバの材料組成やファイバ長を変更すると、信号光の零分散波長が変化して伝送波長と一致しなくなることもある。そのため、光伝送路を光ファイバ等で敷設した後、信号光の伝送波長を変更したい場合に、中継増幅器の増幅ピーク波長がその伝送波長に一致するように調整することが困難である。したがって、上記従来の光通信路では、信号光の伝送波長を変更した場合、その伝送特性が劣化してしまうという問題が生じる。

【0011】そこで、本発明は、上記の問題点を解決し、光伝送路を敷設して光通信システムが稼働した後、変更された信号光の伝送波長に中継増幅器の増幅ピーク波長が一致するように調整することが可能であり、その伝送特性が良好に保持される光通信路を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を達成するために、中継増幅器を介して複数の光伝送路を多段接続した光通信路において、中継増幅器は、前段の前記光伝送路から入力した信号光を増幅する光ファイバ増幅器と、減衰量を調整する減衰量可変手段を有し、光ファイバ増幅器から入力した信号光を減衰して後段の光伝送路に出力する可変光減衰器とを備え、この可変減衰器の減衰量は、後段の中継増幅器の増幅ピーク波長が伝送すべき信号光波長と一致する値に調整されていることを特徴とする。

【0013】また、本発明は、上記の目的を達成するために、中継増幅器を介して複数の光伝送路を多段接続した光通信路において、中継増幅器は、減衰量を調整する減衰量可変手段を有し、前段の光伝送路から入力した信号光を減衰する可変光減衰器と、この可変光減衰器から入力した信号光を増幅する光ファイバ増幅器とを備え、可変減衰器の減衰量は、光ファイバ増幅器の増幅ピーク波長が伝送すべき信号光波長と一致する値に調整されていることを特徴とする。

【0014】なお、上記減衰量可変手段は、信号光に対する傾斜角度により減衰量を調整する光フィルタを有することを特徴としてもよい。

ピーク波長が決定されるという関係がある。

【0017】本発明では、可変光減衰器4段の光伝送路における信号光の損失量との中継損失を調整し、後段の中継増幅器1の波長が信号光の伝送波長に一致するようにする。そのため、後段の中継増幅器で信号に対して信号成分が十分弁別できる状態に1

【0018】したがって、このような中継増幅器が実行されることにより、信号光は良好な状態で増幅される。なお、中継増幅器における増幅量が可変であることにより、信号光の伝送波長が調整される。これに対応して後段の中継増幅器の波長を調整することができるので、信号光は良好に保持される。

【0019】また、本発明の第2態様に、光伝送路から中継増幅器に入力した信号光は、可変光減衰器であらかじめ設定された所定の減衰量で減衰され、ファイバ増幅器で増幅されて後段の光伝送路に出力される。この可変光減衰器の減衰量は、前段の光伝送路における信号光の損失量と合わせて信号光の損失量を調整し、光ファイバ増幅器の増幅ピーク波長が信号光の伝送波長に一致するように設定されている。

【0020】したがって、上記第1態様に比べて、信号光は良好な雑音特性を有して増幅される。中継増幅器における信号光の減衰量とにより、信号光の伝送波長が変更され、これに対応して光ファイバ増幅器の増幅ピーク波長が調整される。これにより、信号光の伝送特性は良好になる。

【0021】

【実施例】以下、本発明に係る実施例の構成について、図1ないし図8を参照して説明する。図面の説明においては同一要素には同一符号を付する説明を省略する。また、図面の寸法は必ずしも一致していない。

【0022】図1に、本発明の光通信路の構成を示す。この光通信路では、送信器20との間に敷設した伝送光ファイバを、中継増幅器30、～30、可変光減衰器40、～40、ファイバ増幅器50、～50、がN段に接続

(4)

特開平 7 -

5

5

中継増幅器 30_{n-1} に伝送する。中継増幅器 30₂ ~ 30_n は後述する構成を有し、波長 1.5 μm 帯の伝送波長 λ_s に一致した増幅ピーク波長 λ_p を有し、前段の伝送用光ファイバ 40_{n-1} からの信号光を増幅率 G₂ ~ G_n で増幅して後段の伝送用光ファイバ 40_n に出力する。

【0025】光ファイバ増幅器 50_{n-1} は後述する光ファイバ増幅器 50₂ ~ 50_n と同一の構成を有し、最後段の伝送用光ファイバ 40_n からの信号光を増幅率 G_{n-1} で増幅して出力する。受信器 20 は通常のフォトダイオード (PD) であり、光ファイバ増幅器 50_{n-1} からの信号光を検出する。

【0026】図 2 に、中継増幅器 30₂ ~ 30_n の構成を示す。中継増幅器 30₂ では、光ファイバ増幅器 50_n の出力端に可変光減衰器 70_n が接続されている。光ファイバ増幅器 50_n は、前段の伝送用光ファイバ 40_{n-1} からの信号光を増幅率 G_n よりも大きい増幅率 G' で増幅し、可変光減衰器 70_n に出力する。可変光減衰器 70_n は、光ファイバ増幅器 50_n からの信号光を減衰量 A_n で減衰し、結局中継増幅器 30_n としては増幅率 G_n で後段の伝送用光ファイバ 40_n に出力する。

【0027】図 3 に、光ファイバ増幅器 50₂ ~ 50_n の構成を示す。光ファイバ増幅器 50₂ では、信号光が光合波器 54 から光アイソレータ 55、増幅用光ファイバ 57、光アイソレータ 56 及び光フィルタ 58 を経て光分岐器 59 に至る増幅用経路が構成されている。また、励起光が励起光源 53 から光合波器 54 に至る分岐経路と、信号光の一部が光分岐器 59 から光検出器 60 に至る分岐経路がそれぞれ構成されている。さらに、光検出器 60、制御回路 51、駆動電源 52 及び励起光源 53 の間を電気的に接続する配線が施されている。

【0028】励起光源 53 は通常の LD であり、駆動電源 52 からの駆動電流に対応した光強度を有する波長 1.48 μm の励起光を発生し、これを光合波器 54 に出力する。光合波器 54 は溶融延伸型の 2 対 1 波長多重分割ファイバカプラであり、前段の伝送用光ファイバ 40_{n-1} からの信号光と励起光源 53 からの励起光を合波して光アイソレータ 55 に出力する。光アイソレータ 55 は偏波無依存型光アイソレータであり、光合波器 54 からの信号光と励起光を増幅用光ファイバ 57 に向う一

であり、信号光の伝送波長 λ_s と一致し、を有し、光アイソレータ 56 からの信号と励起光成分を除去する。

【0030】光分岐器 59 は溶融延伸型ファイバカプラであり、光フィルタ 58 が減比 a : (1 - a) で光検出器 60 と可_n に分岐して出力する。光検出器 60 は、光分岐器 59 からの信号光を検出し、対応した測定信号に光電変換して出力す₁ は、光検出器 60 からの測定信号に基_{を出力する。駆動電源 52 は、制御回路} 信号に対応した電流値を有する駆動電流

【0031】図 4 に、可変光減衰器 70_n の構成を示す。可変光減衰器 70_n では、信号レンズ 71 から減衰量可変部 73 を経_{2 に至る減衰用経路が構成されている。}ズ 71 は、光ファイバ増幅器 50_n からの信号光を平行光として出力する。減衰_{は、回転する 2 枚の ND (Neutral Dens} 74、75 が信号光の光束に対して傾け_{字型に配置されており、各回転角により}に変化する。この減衰量可変部 73 は、_{ズ 71 からの信号光の一部を ND フィル}外部に反射することにより、信号光を減_{タレンズ 72 に出力する。コリメータレ}衰量可変部 73 から平行光として入力し_{し、伝送用光ファイバ 70_n に出力する。}

【0032】なお、伝送用光ファイバ 4_{における損失量 L₁ ~ L_n がそれぞれ最低}に、送信器 10 の発光素子から発生する_{長 λ_s が設定されている。また、伝送用光}_{、~40_n における損失量 L₁ ~ L_n がそ}れるように、中継増幅器 30₂ ~ 30_{n-1}_{増幅器 70_{n-1} における増幅率 G₂ ~ G_n} 設定されている。

【0033】また、光ファイバ増幅器 5_{における増幅ピーク波長 λ_p が信号光の}それぞれ一致するように、伝送用光フ_{0_n における損失量 L₁ ~ L_n と合わせた}前するために、可変光減衰器 70₂ ~ 7

(5)

特開平 7 -

7

8

ほど、可変光減衰器 70_n、～70_mにおける減衰量A_n、～A_mにより調節できる中継損失のマージンが拡張されるので、そのファイバ長は信号光の雑音特性を劣化させない範囲でできるだけ長く設定することが望ましい。

【0035】次に、上記第1実施例の作用について説明する。

【0036】中継増幅器30_mの光ファイバ増幅器50_mでは、駆動電源52が制御回路51からの制御信号に対応した電流値を有する駆動電流を出力し、励起光源53が駆動電源52からの駆動電流に対応した光強度を有する励起光を出力する。励起光源53から出力した励起光は、光合波器54、光アイソレータ55を介して増幅用光ファイバ57に入力し、そのコアに添加した活性物質のE⁺イオンを励起する。増幅用光ファイバ57から出力した励起光は、光アイソレータ55を介して光フィルタに入力し、吸収または反射によって増幅用経路から除去される。

【0037】この状態で、前段の伝送用光ファイバ40_{m-1}からの信号光は、光合波器54、光アイソレータ55を介して増幅用光ファイバ57に入力し、そのコアで励起したE⁺イオンの誘導放出により、励起光のパワーに対応した増幅率G^{*}でそれぞれ増幅される。増幅用光ファイバ57から出力した励起光は、光アイソレータ55を介して光フィルタ58に入力して雑音光が除去される。光フィルタ58から出力した信号光は、光分岐器59で分岐比a:(1-a)で光検出器60と可変光減衰器70_nに分岐して出力される。光検出器60が光分岐器59で分岐した一方の信号光を検出し、その光強度に対応した測定信号を出力する。制御回路51は、光検出器60からの測定信号に基づいて制御信号を出力し、励起光源53から出力する励起光の光強度が一定になるように帰還制御を実行する。

【0038】中継増幅器30_nの可変光減衰器70_nでは、光ファイバ増幅器50_nから発散して入力した信号光がコリメータレンズ71で平行光となる。コリメータレンズ71からの信号光は、減衰量可変部73の二つのNDフィルタ74、75で一部が外部に反射され、それぞれの回転角に対応した減衰量A_nで減衰される。減衰量可変部73から平行光として出力した信号光は、コリメータレンズ72で収束されて後段の伝送用光ファイバ

40_nに、中継損失が調整されている。その、に対して信号成分が十分弁別できるように増幅される。

【0040】この増幅された信号光は、40_nにより減衰量A_nで減衰して中継増出力され、伝送用光ファイバ40_nにより損失して伝送される。ただし、中継増幅信号光は増幅率G^{*}で増幅された後に減衰され、結果として増幅率G_nで増幅さ器30_nに入力した信号光は、光ファイバで増幅率G^{*}で増幅される。ここで、30_nに対応して減衰量A_nを変化させることにより増幅器50_nの増幅ピーク波長λ_nが信号光λ_nに一致するように、中継損失が調整のため、雑音成分に対して信号成分が十分に、信号光が増幅される。

【0041】この増幅された信号光は、40_nにより減衰量A_nで減衰して中継増出力され、伝送用光ファイバ40_nにより損失して伝送される。ただし、中継増幅信号光は増幅率G^{*}で増幅された後に減衰され、結果として増幅率G_nで増幅される。

【0042】以下、このような中継増幅される。そして、中継増幅器30_nに入力した信号光は、光ファイバ増幅器50_nで増幅率G^{*}で増幅される。ここで、伝送用光ファイバ40_{n-1}に対応して可変光減衰器70_{n-1}の減衰量を変化させることにより、光ファイバ増幅器50_nの増幅ピーク波長λ_nが信号光の伝送波長λ_nに一致するように、中継損失が調整されている。そのため、信号成分が十分弁別できるように、信号光が増幅される。

【0043】この増幅された信号光は、40_nにより減衰量A_nで減衰して中継増出力され、伝送用光ファイバ40_nにより損失して伝送される。ただし、中継増幅信号光は増幅率G^{*}で増幅された後に減衰され、結果として増幅率G_nで増幅さバ増幅器50_{n-1}に入力した信号光は、増幅される。ここで、損失量L_{n-1}に対応

、 $\sim 40_{\mu}$ の損失量 $L_1 \sim L_n$ がそれぞれ 10 dB 、可変光減衰器 $70_1 \sim 70_n$ の減衰量 $A_1 \sim A_n$ がそれぞれ 0 dB に設定されている場合、図 5 及び図 6 では増幅ピーク波長 λ_p が伝送波長 λ_s に一致している。

【0045】ここで、伝送波長 λ_s を $1558 \mu\text{m}$ に変更すると、増幅ピーク波長 λ_p が $1560 \mu\text{m}$ のままであり、信号光の伝送特性が劣化してしまう。そこで、可変光減衰器 $70_1 \sim 70_n$ の減衰量 $A_1 \sim A_n$ を 5 dB にそれぞれ設定することにより、図 5 及び図 6 によれば増幅ピーク波長 λ_p が伝送波長 λ_s に一致させることができるので、信号光は良好な雑音特性を有して増幅されている。

【0046】したがって、信号光の伝送波長 λ_s が変更されても、これに対応して光ファイバ増幅器 $50_1 \sim 50_n$ の増幅ピーク波長 λ_p を調整することができるので、信号光の伝送特性は良好に保持される。

【0047】図 7 に、本発明の光通信路に係る第 2 実施例の構成を示す。この光通信路では、送信器 10 と受信器 20 との間に敷設した伝送光ファイバ $40_1 \sim 40_n$ を、中継増幅器 $30_1 \sim 30_n$ が N 段に接続している。ここでは、中継増幅器 $30_1 \sim 30_n$ を除いて、送信器 10 、伝送用光ファイバ $40_1 \sim 40_n$ 及び受信器 20 の内部は、上記第 1 実施例と同様に構成されている。

【0048】図 8 に、中継増幅器 $30_1 \sim 30_n$ の構成を示す。中継増幅器 30_i では、可変光減衰器 70_i の出力端に光ファイバ増幅器 50_i が接続されている。可変光減衰器 70_i は、前段の伝送用光ファイバ 40_{i-1} からの信号光を減衰量 A_i で減衰し、光ファイバ増幅器 50_i に出力する。光ファイバ増幅器 50_i は、可変光減衰器 70_i からの信号光を増幅率 G_i で増幅し、後段の伝送用光ファイバ 40_{i+1} に出力する。ここでは、可変光減衰器 $70_1 \sim 70_n$ 及び光ファイバ増幅器 $50_1 \sim 50_n$ の内部は、上記第 1 実施例と同様に構成されている。

【0049】なお、光ファイバ増幅器 $50_1 \sim 50_n$ における増幅ピーク波長 λ_p が信号光の伝送波長 λ_s にそれぞれ一致するように、伝送用光ファイバ $40_1 \sim 40_n$ における損失量 $L_1 \sim L_n$ と合わせた中継損失を調節するために、可変光減衰器 $70_1 \sim 70_n$ における減衰量 $A_1 \sim A_n$ がそれぞれ設定されている。

器 50_i に出力される。

【0052】中継増幅器 30_i の光ファイバでは、駆動電源 52 が制御回路 51 が対応した電流値を有する駆動電流を出力 3 が駆動電源 52 からの駆動電流に対応する励起光を出力する。励起光源 53 が光は、光合波器 54 、光アイソレータ 55 用光ファイバ 57 に入力し、そのコアに物質の E イオンを励起する。増幅用光ファイバに入力した励起光は、光アイソレータ 55 、ルタに入力し、吸収または反射によって除去される。

【0053】この状態で、可変光減衰器 70_i からの信号光は、光合波器 54 、光アイソレータ 55 用光ファイバ 57 に入力し、そのコアに物質の E イオンの誘導放出により、励起光のパワー増幅率 G_i でそれぞれ増幅される。増幅器 7 から出力した励起光は、光アイソレータ 55 、光フィルタ 58 に入力して雑音光が除去され、ルタ 58 から出力した信号光は、光分岐器 59 で分岐した一方の信号光を検出器 60 と後段の光ファイバ 40_{i+1} に分岐して出力される。光分岐器 59 で分岐した一方の信号光を検出器 60 からの測定信号に基づいて制御回路 51 が励起光源 53 から出力する励起光の光強度を調整して帰還制御を実行する。

【0054】このような中継増幅器 30_i を用いた光通信路では、伝送波長 λ_s の信号光が発生し、伝送用光ファイバ 40_1 に伝送されて伝送される。中継増幅器 30_i からの信号光は、可変光減衰器 70_i により減衰量 A_i で減衰され、光ファイバ増幅器 50_i で増幅率 G_i で増幅される。ここで、損失量 L_i に対応して減衰量 A_i を調整することにより、光ファイバ増幅器 50_i の波長 λ_p が信号光の伝送波長 λ_s に一致し、中継損失が調整されている。そのため、雑音成分が十分弁別できるように、信号光の

【0055】中継増幅器 30_i から増幅

(7)

待開平 7 -

11

12

【0056】以下、このような中継増幅が、多段に実行される。そして、中継増幅器30_nに入力した信号光は、可変光減衰器70_nにより減衰量A_nで減衰された後、光ファイバ増幅器50_nで増幅率G_nで増幅される。ここで、伝送用光ファイバ40_nの損失量L_nに対応して減衰量A_nを変化させることにより、光ファイバ増幅器50_nの増幅ピーク波長λ_nが信号光の伝送波長λ_sに一致するように、中継損失が調整されている。そのため、雑音成分に対して信号成分が十分弁別できるように、信号光が増幅される。

【0057】したがって、信号光の伝送波長λ_sが変更されても、これに対応して光ファイバ増幅器50_n、～50₁の増幅ピーク波長λ_nを調整することができるので、信号光の伝送特性は良好に保持される。

【0058】なお、本発明は上記諸実施例に限られるものではなく、種々の変形が可能である。

【0059】例えば、上記諸実施例では、光ファイバ増幅器の増幅用光ファイバとしてEr添加光ファイバを用いているが、これを通常の石英系光ファイバに置換すると共に、励起光源としてNd:YAGレーザ等を用いることにより、光ファイバ増幅器をラマン増幅器として用いても、同様な作用効果が得られる。

【0060】また、上記諸実施例では、可変光減衰器の減衰量可変手段としてNDフィルタを用いているが、光学濃度がニュートラル、すなわち、減衰量に波長依存性がほとんどないものを用いればよい。

【0061】また、上記諸実施例では、二つの中継増幅器間の光伝送路として光ファイバを用いているが、光導波路等による伝送や空間伝播で置換されてもよい。

【0062】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、中継増幅器における信号光の減衰量が、前段または後段の光伝送路における信号光の損失量と合わせて信号光の中継損失を調整し、中継増幅器の増幅ピーク波長が信号光の伝送波長に一致するように設定されてい *

＊る。そのため、このような中継増幅が多くなることにより、信号光は良好な雑音特性を有する。

【0063】また、信号光の伝送波長が中継増幅器における信号光の減衰量が可変により、信号光は中継増幅器で良好な雑音特性を有するので、信号光の伝送特性は良好に保持される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光通信路に係る第1実施例の構成図である。

【図2】図1に示す光通信路における中継増幅器の構成図である。

【図3】図2に示す中継増幅器における増幅用光ファイバの構成図である。

【図4】図2に示す中継増幅器における励起光源の構成図である。

【図5】中継増幅器における増幅用光ファイバの構成が異なる場合の、中継損失と増幅ピーク波長を示すプロット図である。

【図6】中継増幅器における増幅用光ファイバの構成が異なる場合の、中継損失と増幅ピーク波長を示すプロット図である。

【図7】本発明の光通信路に係る第2実施例の構成図である。

【図8】図7に示す光通信路における中継増幅器の構成図である。

【符号の説明】

10…送信器、20…受信器、30₁…増幅器、40₁…伝送用光ファイバ、50₁…光ファイバ増幅器、51…制御回路、52…励起光源、53…励起光源、54…光合波器、55…光アイソレータ、56…増幅用光ファイバ、57…増幅用光ファイバ、58…増幅用光ファイバ、59…光分岐器、60…光検出器、70…可変光減衰器、71、72…コリレータ、73…減衰量可変部、74、75…NDフィルタ

【図2】

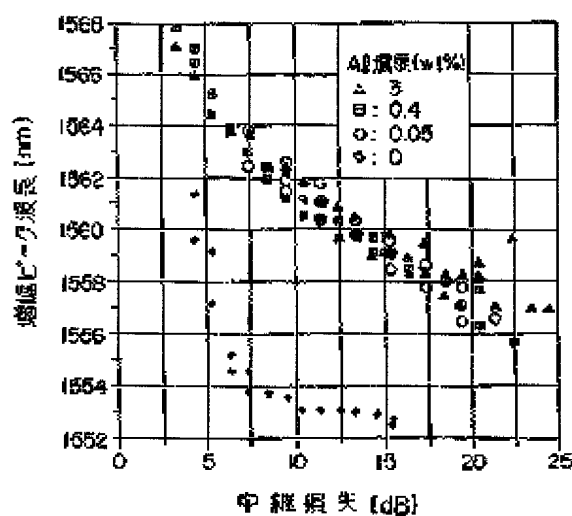
中継増幅器

30M

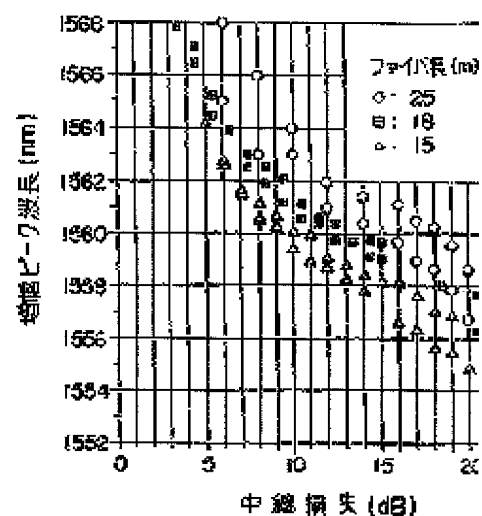
(9)

特開平 7 -

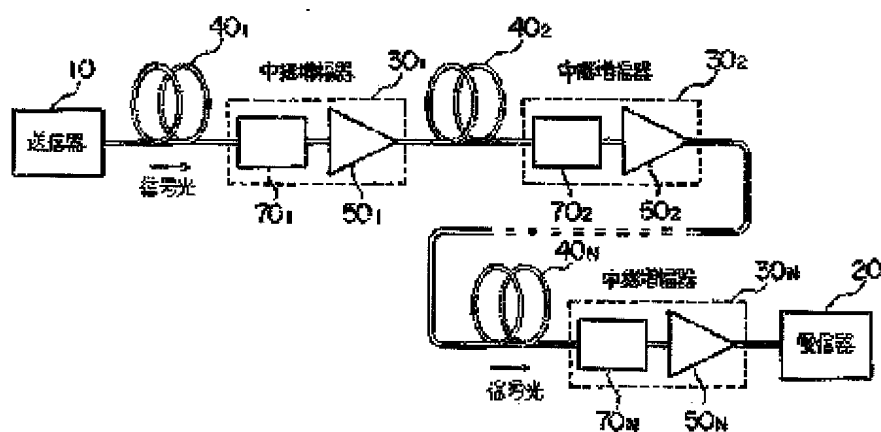
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁸

識別記号

片内整理番号

F I

H 0 1 S 3/07

3/10

Z

H 0 4 B 10/02

10/18